

Godło Teraz Polska dla PIG-PIB i PGNiG S.A. za odmetanowanie pokładów węgla kamiennego

Gala wieńcząca 29. Konkurs *Teraz Polska* odbyła się w dniu 3.06.2019 r. w Teatrze Wielkim – Operze Narodowej w Warszawie. Nagrodzono przedsiębiorców, samorządowców oraz wybitnych Polaków. Biało-czerwone Godło *Teraz Polska* zostało przyznane w czterech kategoriach: *Przedsięwzięcia innowacyjne, Produkty, Usługi* oraz *Gminy*. W tym roku jedna ze statuetek (ryc. 1–2), przyznana w kategorii *Przedsięwzięcia Innowacyjne*, trafiła do Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) oraz Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa S.A (PGNiG S.A). Zwycięstwo zapewnił obu firmom wspólny projekt *Przedeksplatacyjne odmetanowanie pokładów węgla poprzez stymulację produktywności metanu w kierunkowych otworach wiertniczych*, którym z ramienia PIG-PIB kierował dr Janusz Jureczka. W ramach realizacji tego nowatorskiego projektu przeprowadzono pierwsze w Polsce i Europie udostępnienie metanu pokładów węgla (CBM) otworem horyzontalnym z zastosowaniem wielostopniowego, masywnego szczelnienia hydraulicznego.

Gości gali powitali prof. Michał Kleiber (przewodniczący Kapituły Konkursu *Teraz Polska*, prezes Polskiej Akademii Nauk w latach 2007–2015) oraz Krzysztof Przybył (prezes Zarządu Fundacji Polskiego Godła Promocyjnego), wyrażając w krótkich przemówieniach słowa uznania dla wszystkich nominowanych w 2019 r., którzy dołączyli do ponad 700 laureatów wyłonionych w ciągu ostatnich niemal 30 lat. Obaj mówcy podkreślili, że Konkurs *Teraz Polska* pokazuje to, co najlepsze w krajowej gospodarce: różnorodność branż, zaawansowanie, wysoka jakość, a także solidność i kreatywność przedsiębiorców.

O randze polskiego sukcesu przekonują się osobiście od kilkunastu lat, przewodnicząc Kapitułe Konkursu Teraz Polska. Obserwowanie ewolucji polskiej przedsiębiorczości to niezwykle doświadczenie. Krajowe firmy po zmianie systemu ustrojowego, której rocznicę, co znamienne, również w tych dniach świętujemy, musiały nadążyć nie tylko za oczekiwaniami wewnętrznymi, ale także dogonić świat. Konkurs Teraz Polska pokazuje, że przedsiębiorczy i kreatywni Polacy znakomicie wywiązali się z tego zadania – powiedział prof. Michał Kleiber.

Statuetki za wspólne przedsięwzięcie PIG-PIB oraz PGNiG odebrały: dr Agnieszka Wójcik – dyrektor instytutu oraz Magdalena Góras – główny specjalista PGNiG S.A. ds. projektu Geo-Metan.

Cieszę się, że nasze wieloletnie prace badawcze dotyczące złóż metanu w pokładach węgla kamiennego zostały wyróżnione prestiżowym godłem Teraz Polska w tym roku, który ze względu na obchodzony jubileusz 100-lecia jest dla nas wyjątkowy – podkreśliła dyrektor PIG-PIB dr Agnieszka Wójcik. – Znaczące zasoby metanu w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym pozwalają szacować jego wydobycie w skali przemysłowej, z zastosowaniem nowoczesnych technologii, na ok. 1–1,5 mld m³ rocznie. Dotychczas wykorzystujemy rocznie tylko ok. 200 mln m³ metanu ujętego w kopalniach. Pozostała część metanu uwalnianego



Ryc. 1 i 2. Statuetka i dypłom *Teraz Polska*, przyznane PIG-PIB oraz PGNiG S.A. za projekt przedeksplatacyjnego odmetanowania pokładów węgla kamiennego. Fot. M. Żaba

w czasie eksploatacji węgla, w ilości blisko 800 mln m³/rok, jest emitowana do atmosfery – dodała dyrektor PIG-PIB.

Jak to zwykle bywa, droga do sukcesu była trudna. Trzeba było wielu lat doświadczeń, prób, często porażek, aby wreszcie tak dopracować wszystkie elementy, by można było cieszyć się z osiągnięcia zamierzonego celu.

OD DOŚWIADCZEŃ AMOCO PO SUKCES W GILOWICACH

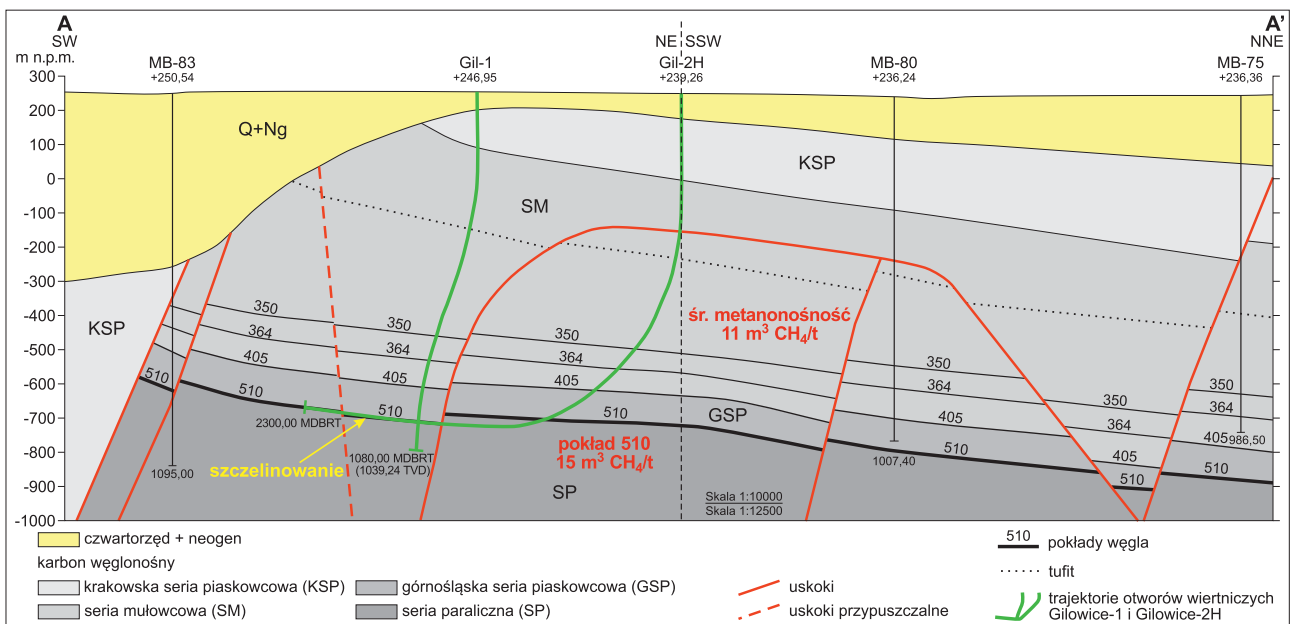
Metan z pokładów węgla jest, w skali światowej, jednym z ważniejszych, alternatywnych źródeł energii, eksploatowanym m.in. w USA, Australii, Kanadzie, Chinach i Indiach. W Polsce znaczące ilości metanu występują w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW), w którym – według danych Państwowego Instytutu Geologicznego – jego zasoby bilansowe wynoszą ok. 170 mld m³, przy całkowitym, krajowym potencjale zasobowym w granicach 230–250 mld m³.

W związku z rysującymi się realnymi szansami na udokumentowanie i eksploatację złóż metanu z pokładów węgla firmy zachodnie, m.in. Amoco i Texaco, rozpoczęły w latach 90. XX w. prace poszukiwawcze i rozpoznawcze w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Jednak pomimo zaangażowania bardzo dużych środków finansowych i najnowocześniejszych, jak na owe czasy, technik badawczych, prace te nie zakończyły się udokumentowaniem złoża i pozyskiwaniem metanu z pokładów węgla na skalę przemysłową. Stosowane w USA i Australii technologie udostępniania metanu z pokładów węgla otworami wiertniczymi nie dały spodziewanych rezultatów w GZW, z uwagi na bardzo małą przepuszczalność gazonośnych pokładów węgla.

Od czasu zakończenia robót geologicznych, prowadzonych przez firmy Amoco Poland i Texaco, przez następnych 10 lat w GZW nie prowadzono prac poszukiwawczych i rozpoznawczych, których przedmiotem byłby metan z pokładów węgla. W tym czasie stosowana w skali światowej technologia eksploatacji metanu z pokładów węgla została znacząco unowocześniona. Przełomem technologicznym było przede wszystkim zastosowanie wierceń kierunkowych (horyzontalnych) w udostępnianiu gazonośnych pokładów węgla, co pozwalało na uzyskanie znacznej intensyfikacji dopływu gazu. Nastąpił również istotny postęp w technikach szczelinowania hydraulicznego, umożliwiającą zwiększenie dopływów gazu ze słabo przepuszczalnych formacji, a także rozwój nowoczesnych metod geofizyki otworowej i sejsmiki, zapewniającą precyzyjną ocenę kluczowych parametrów złożowych.

Technologie te zamierzała wdrożyć firma EurEnergy Resources, która w 2006 r. uzyskała koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie metanu z pokładów węgla, obejmującą między innymi obszar złoża Międzyrzecze. W 2010 r. obszar koncesji został przejęty przez firmę Dart Energy (Poland) Sp. z o.o., która w latach 2011–2012 na obszarze złoża Międzyrzecze, w pobliżu silnie metanowej kopalni Brzeszcze, odwierciła dwa zespolone otwory testowe – Gilowice-1 i Gilowice-2H. Otwór Gilowice-1, o głębokości 1080 m, jest intersekcyjnie połączony z otworem kierunkowym Gilowice-2H, o długości 2300 m, w tym odcinek horyzontalny, o długości ok. 800 m, przebiega przez pokład węgla 510 (ryc. 3). W otworach zostały wykonane kompleksowe badania metanowe, w tym testy produkcyjne w niezarurowanej sekcji horyzontalnej w pokładzie węgla 510, ale bez dodatkowych zabiegów stymulacji hydraulicznej. Wyniki testu produkcyjnego jednoznacznie wskazywały, że technologia wierceń poziomych nie zapewnia uzyskania przemysłowego dopływu metanu przy tak małej przepuszczalności węgla. W takim przypadku jedynym rozwiązaniem są zabiegi intensyfikacji wydobycia. W lipcu 2013 r. firma Dart Energy, kończąc działalność w Polsce, przekazała oba otwory PIG-PIB do prowadzenia prac badawczych.

W Polsce pierwsze zabiegi szczelinowania pokładów węgla w otworach kierunkowych wierconych z powierzchni zostały przeprowadzone przez PIG-PIB w 2014 r., w ramach projektu badawczego w obszarze KWK *Mysłowice-Wesoła*, realizowanego na na zlecenie Piotra Woźniaka, ówczesnego GGK. W ramach tego projektu zostały odwiercone dwa zespolone otwory wiertnicze – pionowy Wesoła PIG-1 o głębokości 1000 m i kierunkowy Wesoła PIG-2H o długości 1918 m, przecinający intersekcyjnie oś otworu pionowego, z 600-metrowym odcinkiem horyzontalnym w pokładzie węgla 510. W otworach tych przeprowadzono testy produkcyjne dopływu metanu oraz szczelinowanie hydrauliczne na odcinku horyzontalnym (niezarurowanym). Jako medium do szczelinowania służył płyn szczelinujący na bazie guaru z materiałem podsadzkowym (piaskiem kwarcowym) w ilości ok. 100–125 m³ cieczy i ok. 14,6–14,8 ton piasku na jeden zabieg. Wykonano dwa



Ryc. 3. Przekrój geologiczny i trajektorie wierceń Gilowice-1 i Gilowice-2H

zabiegi szczelinowania z planowanych ośmiu. Ze względu na przychwycenie przewodu wiertniczego po drugim zabiegu prace stymulacyjne przerwano. Po zakończeniu instrumentacji i udrożnieniu otworu Wesoła PIG-2H wykonano drugą serię testów produkcyjnych, w czasie której stwierdzono dopływ gazu w znacznie krótszym czasie, któremu towarzyszył przeszło dwukrotnie większy dopływ wód złożowych. Dopływająca woda złożowa niosła znaczną ilość zawiesiny pyłu węglowego, co skutkowało blokowaniem pompy głębinowej, a w efekcie uniemożliwiło dłuższe prowadzenie testów. Wykonane w obszarze KWK *Mysłowice-Wesoła* otwory badawcze Wesoła PIG-1 i Wesoła PIG-2H miały znaczenie pilotażowe i parametryczne, a przeprowadzone szczelinowanie w otworze horyzontalnym było pierwszym tego rodzaju zabiegiem wykonanym w Polsce w warunkach czynnej kopalni węgla kamiennego.

Prace w Gilowicach zostały wznowione w 2016 r. przez konsorcjum PGNiG oraz PIG-PIB. Celem wspólnego przedsięwzięcia była stymulacja produktywności metanu z pokładów węgla w otworach wiertniczych Gilowice-1 i Gilowice-2H poprzez szczelinowanie hydrauliczne, a następnie wykonanie testów produkcyjnych sprawdzających dopływ metanu. Prace badawcze zostały zaprojektowane jako poligon doświadczalny mający określić:

- wpływ hydraulicznego szczelinowania otworów horyzontalnych w pokładach węgla GZW na wzrost produktywności metanu;
- rozpoznanie możliwości przeprowadzenia zabiegów szczelinowania pokładów węgla z wykorzystaniem nowoczesnych technik i metod stymulacji, dedykowanych specyficznym warunkom geologicznym Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

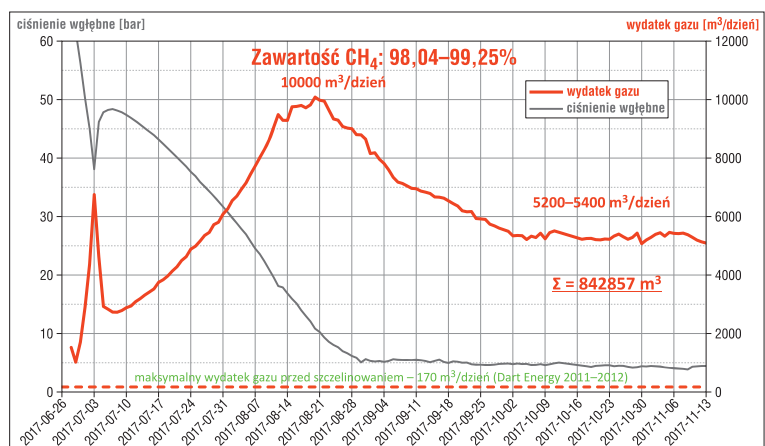
Doświadczenia amerykańskich i australijskich firm prowadzących prace rozpoznawcze w GZW jednoznacznie wskazywały, że zastosowanie technologii, które umożliwiały produkcję metanu w innych warunkach geologiczno-złożowych, w warunkach GZW było nieopłacalne i nieefektywne, głównie z uwagi na bardzo małą przepuszczalność gazonośnych pokładów węgla. Nie było więc możliwości zaadaptowania istniejących, opatentowanych technologii do warunków GZW. W związku z tym przedsięwzięcie w Gilowicach, realizowane przez konsorcjum PGNiG i PIG-PIB, wymagało zaprojektowania nowatorskiego zabiegu stymulacji hydraulicznej i testów dopływu metanu do otworów Gilowice-1 i Gilowice-2H.

W 2016 r. w horyzontalnym odcinku otworu Gilowice-2H konsorcjum PGNiG i PIG-PIB przeprowadziło zabiegi szczelinowania hydraulicznego. Przed każdym zabiegiem szczelinowania wykonano perforacje w sześciu klastrach w systemie typu *plug & perf*. Szczelinowanie poprzedził test diagnostyczny – miniszczelinowanie pierwszego interwału, którego celem było dostosowanie parametrów projektowanych zabiegów do warunków otworowych. Do szczelinowania wykorzystano płyn typu *slick water* z żelami liniowymi, z wyjątkiem etapu 5, w którym zastosowano płyn o przewadze żelu sieciowanego (*cross link*). Jako podsadzkę użyto piasek o granulacji 100 i 40/70 mesh. Do szczelinowania zużyto 2476 m³ wody, 1879 m³ żelu liniowego i 405 t proppantu. Maksymalne ciśnienie szczelinowania w poszczególnych etapach wynosiło od 281 do 474 bar.



Ryc. 4. Flara płonąca nad otworem Gilowice-1.
Fot. M. Rolka

Przebieg i rezultaty testów produkcyjnych, przeprowadzonych przez konsorcjum po zabiegach szczelinowania hydraulicznego w otworach Gilowice-1 i Gilowice-2H, były bardzo optymistyczne. Wynika z nich jednoznacznie, że po szczelinowaniu uzyskano kilkadziesiąt razy większe dopływy metanu niż przed szczelinowaniem (ryc. 4–5). Maksymalnie dobowy przypyływ metanu sięgnął 10 tys. m³/dobę, a łącznie, od początku pompowania z otworu Gilowice-1 odebrano ponad 840 tys. m³ gazu. W Polsce nigdy wcześniej nie uzyskano takiego wyniku. Dla porównania, w czasie 7 miesięcy testów prowadzonych w otworach bez



Ryc. 5. Testy dopływu gazu z zestawu otworów Gilowice-1 i Gilowice-2H



Ryc. 6. Instalacja do produkcji energii elektrycznej w Gilowicach. Fot. Arch. PGNiG S.A.

wykonania zabiegów szczelinowania otrzymano 2,77 tys. m³ wysokometanowego gazu, uzyskując produkcję na poziomie maksymalnie 170 m³/dzień.

Gaz uzyskany z węgla jest pełnowartościowym surowcem, o znakomitych parametrach – zawiera 98–99% metanu. Tego rodzaju wysokometanowy gaz może być wykorzystywany tak samo, jak gaz ziemny z odwiertów na Podkarpaciu i na Niżu Polskim – gaz z Gilowic od kwietnia 2019 r. zasila generator o mocy 0,9 MW, a produkowana przez niego energia elektryczna trafia do sieci (ryc. 6).

Sukces szczelinowania w otworach Gilowice dowodzi, że zastosowana technologia szczelinowania hybrydowego (wodą z dodatkiem żeluzynu) w otworze horyzontalnym okazała się rozwiązaniem optymalnym dla warunków złożowych rejonu Gilowic.

Bezsprzecznie najważniejszym czynnikiem powodzenia projektu jest efektywność szczelinowania, a kluczem do sukcesu jest wytworzenie wysokich i dobrze podpartych szczelin pionowych, które łączą ze sobą kilka pokładów węgla. Masywne i agresywne szczelinowanie, które zastosowano w Gilowicach, umożliwiło rozwijanie się podpartych szczelin pionowych w warunkach zróżnicowanej litologii i zmiennych parametrów geomechanicznych, gdzie – w przypadkach mniej agresywnego szczelinowania – łatwo może dochodzić do rozwijania się szczelin poziomych, w szczególności na granicy węgla i skał otaczających.

Wyniki dotychczasowych prac stanowią podstawę do rozpoczęcia na szeroką skalę działań związanych zarówno z przemysłową eksploatacją metanu w obszarach nieobjętych eksploatacją górniczą, jak i z przedeksploatacyjnym odmetanowaniem kopalń. W świetle założeń rządowego projektu *Polityka energetyczna Polski do roku 2040* węgiel pozostanie podstawowym surowcem energetycznym naszego kraju. Większość kopalń GZW to kopalnie metanowe, prowadzące eksploatację w warunkach wysokiego zagrożenia wybuchem gazu. Ze względu na zwiększającą się głębokość eksploatacji węgla, problem metanowości będzie narastał. Rozwiązaniem problemu może być wprowadzenie wyprzedzającego odmetanowania pokładów węgla na kilka–kilkanaście lat przed ich eksploatacją, co pozwoliłoby na wcześniejsze ujęcie cennego surowca energetycznego, jakim jest metan.

Mimo znacznych zasobów metanu z pokładów węgla – większych niż udokumentowane zasoby gazu ziemnego w

złożach konwencjonalnych – jeszcze kilkanaście lat temu na ogół był on traktowany jako odpad stwarzający wysokie zagrożenie dla bezpieczeństwa pracy i w niewielkim stopniu podlegał odzyskowi (głównie na potrzeby własne kopalń). Istotne znaczenie dla zmiany tej sytuacji ma reorientacja optyki widzenia CBM: z niebezpiecznego odpadu, który należy utylizować, na cenny surowiec energetyczny.

Wykorzystanie metanu z pokładów węgla w skali przemysłowej przyczyni się do zmniejszenia importu gazu ziemnego, a zatem pozytywnie wpłynie na stan bezpieczeństwa energetycznego państwa oraz będzie realizacją postulatu budowania krajowej energetyki na własnych zasobach.

Państwowy Instytut Geologiczny i Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo podejmują wiele działań w celu gospodarczego wykorzystania potencjału metanu z pokładów węgla, kontynuując znakomitą współpracę w ramach wieloletniego programu Geo-Metan, którego celem jest rozwijanie i udoskonalanie krajowych technologii poszukiwania i wydobywania metanu z pokładów węgla przed rozpoczęciem eksploatacji górniczej.

Przedeksploatacyjne odmetanowanie może przynieść wiele korzystnych dla gospodarki efektów:

- ❑ Zostanie ujęty cenny surowiec energetyczny – wysokometanowy gaz ziemny o bardzo dużej wartości opałowej. Ekspertki szacują, że w Polsce możliwe jest przemysłowe ujmowanie 1,0–1,5 mld m³ CBM rocznie, co stanowiłoby ok. 30% krajowego wydobycia gazu ziemnego.
- ❑ Eksploatacja węgla będzie mogła odbywać się w korzystniejszych warunkach górniczych i ekonomicznych poprzez zmniejszenie zagrożenia metanowego, a co za tym idzie poprawę bezpieczeństwa pracy oraz znaczące obniżenie kosztów wydobycia węgla kamiennego.
- ❑ Zmniejszenie emisji metanu do atmosfery przyczyni się do ograniczenia efektu cieplarnianego. Niezwykle istotne będzie również obniżenie opłat emisyjnych, zwłaszcza w unijnym systemie handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS). Obecnie metan nie jest objęty systemem ETS. Spodziewane po 2021 r. objęcie emisji metanu do atmosfery tym systemem znacząco podniesie koszty wydobycia węgla kamiennego.

PIG-PIB i PGNiG podejmują również działania na arenie międzynarodowej, mające na celu tworzenie przyjaznego klimatu dla wydobycia metanu, w tym szczególnie – stosowania technologii szczelinowania węgla. W 2016 r. obie instytucje przystąpiły do Międzynarodowego Centrum Doskonałości do spraw Metanu z Kopalń Węgla (ICE-CMM), działającego pod auspicjami i w ścisłej współpracy z Europejską Komisją Gospodarczą Narodów Zjednoczonych (UNECE). Ekspertki PIG-PIB i PGNiG – dr Janusz Jureczka i Łukasz Kroplewski – uczestniczą również w pracach Międzynarodowej Grupy Ekspertów ds. Metanu w Genewie. Współpraca w ramach centrum ma się przyczynić do rozwoju nowych metod ujmowania metanu, poprawy bezpieczeństwa kopalń i ich rentowności, a także redukcji emisji metanu do atmosfery i zagospodarowania go jako surowca energetycznego.

Janusz Jureczka, Katarzyna Strzezińska i Anna Bagińska